









Mode transformer for a microwave transmission circuit

Patent number: EP0330539
Publication date: 1989-08-30
Inventor: BERGERO JEAN-PIERRE; COUASNARD CLAUDE
Applicant: THOMSON CSF (FR)
Classification:
- international: H01J25/02; H01P1/16
- european: H01J25/02B; H01P1/16; H01P1/163
Application number: EP19890400370 19890209
Priority number(s): FR19880002126 19880223

Also published as:

 US4973924 (A1)
 JP2009202 (A)
 FR2627633 (A1)

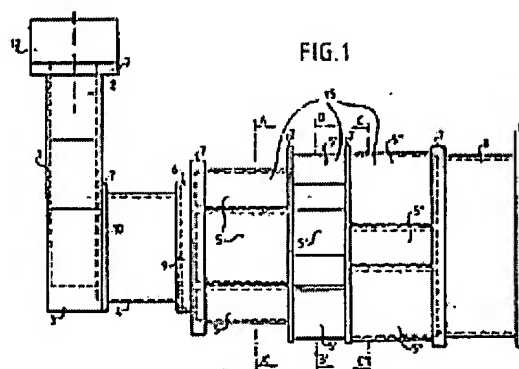
Cited documents:

 FR1314408
 US3665481
 US3435380
 US2825031
 US3633130
more >>

Report a data error here

Abstract of EP0330539

This transformer is inserted between a generator (12) of electromagnetic waves and a circular exit waveguide (8) propagating the TE₀₁ mode. It is made up by placing in series the following waveguides: - a rectangular waveguide (1), one of the ends (3) of which is closed; - a circular waveguide (4) propagating the TM₀₁ mode, and connected to the rectangular guide by a lateral opening (7) in such a way that the axes of the two waveguides are perpendicular; - a group of intermediate waveguides (15) placed after the circular waveguide (4) and distributed in a ring ahead of its free end. Each intermediate waveguide (15) consists of a succession of waveguide segments (5, 5', 5'', ... 5<n-1>) operating in the rectangular TE₁₀ mode and progressively rotationally offset in the same direction relative to one another. The overall offset between the segments of a particular intermediate guide is 90 DEG. Application to the conversion of modes in high-power microwave energy transmission circuits.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑰ Numéro de dépôt: 89400370.6

⑱ Int. Cl.⁴: **H 01 P 1/16**
H 01 J 25/02

⑲ Date de dépôt: 09.02.89

③① Priorité: 23.02.88 FR 8802126

③② Date de publication de la demande:
30.08.89 Bulletin 89/35

③③ Etats contractants désignés: DE FR GB IT

⑦① Demandeur: THOMSON-CSF
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux (FR)

⑦② Inventeur: Bergero, Jean-Pierre
THOMSON-CSF SCPI 51 esplanade du Gal de Gaulle
F-92045 La Défense Paris (FR)

Couasnard, Claude
THOMSON-CSF SCPI 51 esplanade du Gal de Gaulle
F-92045 La Défense Paris (FR)

⑦③ Mandataire: Guérin, Michel et al
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

⑤④ Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence.

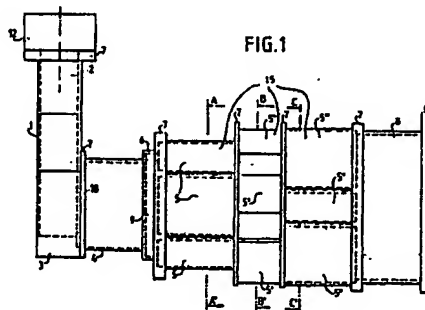
⑤⑤ Ce transformateur est intercalé entre un générateur d'ondes électromagnétiques (12) et un guide d'ondes circulaire (8) de sortie propageant le mode TE₀₁.

Il est constitué par la mise en série des guides d'ondes suivants :

- un guide d'ondes rectangulaire (1) dont l'une de ses extrémités (3) est fermée ;
- un guide d'ondes circulaire (4) propageant le mode TM₀₁, relié au guide rectangulaire par une ouverture latérale (7) de façon à ce que les axes des deux guides d'ondes soient perpendiculaires ;
- un groupe de guides d'ondes intermédiaires (15) placés à la suite du guide d'ondes (4) circulaire répartis en couronne devant son extrémité libre.

Chaque guide d'ondes intermédiaire (15) est composé d'une succession de tronçons (5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹) de guide d'ondes fonctionnant dans le mode TE₁₀ rectangulaire et décalés progressivement en rotation, les uns par rapport aux autres, dans le même sens. Le décalage global entre les tronçons d'un même guide intermédiaire est de 90°.

Application à la conversion de modes dans les circuits de transmission d'énergie hyperfréquence de grande puissance.



Description

TRANSFORMATEUR DE MODE POUR CIRCUIT DE TRANSMISSION D'ENERGIE HYPERFREQUENCE

La présente invention concerne un transformateur de mode pour un circuit de transmission d'énergie hyperfréquence. La technique des ondes millimétriques et centimétriques de grande puissance se développe actuellement grâce aux générateurs et amplificateurs tels que les gyrotrons etc... Les guides d'ondes utilisés sont surdimensionnés afin de pouvoir transmettre la puissance nécessaire et de réduire les pertes de transmission. En effet, les champs électriques varient proportionnellement à la racine carrée de la puissance transmise et inversement proportionnellement à celle de la section du guide.

D'autre part, si les dimensions du guide sont trop importantes, pour une fréquence de travail donnée, plusieurs modes de propagation peuvent être engendrés ce qui n'est pas acceptable à cause des pertes par conversion de modes parasites. Il faut réaliser un compromis entre les dimensions du guide et la puissance à transmettre.

Les circuits actuels de transmission d'énergie hyperfréquence sont généralement constitués d'organes fonctionnant chacun dans des modes de propagation différents. par exemple un générateur en mode TE_{02} , une ligne de transmission en mode TE_{01} , une antenne excitée en mode TE_{11} .

Pour les relier, il faut donc convertir le mode de sortie d'un élément dans le mode de l'élément suivant.

Il existe déjà un certain nombre de transformateur de modes, ils sont de type différents selon le niveau de puissance à transmettre.

Les transformateurs pour faibles puissances sont généralement utilisés pour le passage du mode TE_{10} rectangulaire au mode TE_{01} circulaire. En raison de la faible puissance à passer, les guides ne sont pas surdimensionnés. Selon une première technique, le guide d'ondes circulaire de sortie est couplé au guide d'ondes rectangulaire d'entrée par l'intermédiaire d'orifices placés dans le petit côté du guide rectangulaire, de façon à exciter le mode désiré dans le guide de sortie circulaire. Ces dispositifs ne peuvent être utilisés à puissance élevée.

Une autre technique de réalisation est la déformation progressive d'un guide rectangulaire pour obtenir un guide circulaire propageant le mode TE_{01} .

Ces dispositifs ne peuvent être utilisés lorsque le guide circulaire est surdimensionné pour le mode TE_{01} et sont de grande longueur.

Les dispositifs transformateurs de mode pour puissance élevée de type connu sont réalisés par la mise en cascade de plusieurs éléments.

Le guide d'ondes de section rectangulaire propageant le mode TE_{01} est progressivement déformé pour obtenir un guide de section circulaire monomode, propageant le mode TE_{11} . Le diamètre du guide d'ondes circulaire est progressivement augmenté afin de pouvoir passer la puissance nécessaire. La transition du mode TE_{11} au mode TE_{01} est obtenue par déformation périodique des parois du guide. La périodicité des déformations est égale à la

longueur d'onde de battement entre le mode d'entrée et le mode de sortie du guide circulaire. Ces transformateurs ont l'inconvénient d'être longs de l'ordre de quelques mètres, d'être onéreux, car la réalisation des déformations est délicate, et d'avoir une bande passante très étroite.

La présente invention fournit une solution particulièrement simple pour la réalisation d'un transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence. Ce dispositif permet de transformer le mode TE_{10} rectangulaire dans le mode TE_{01} circulaire. Ce transformateur permet de transmettre des puissances élevées et le mode obtenu en sortie est d'une grande pureté. Sa longueur est réduite ce qui est toujours recherché.

Selon l'invention, on propose un transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence, travaillant à grande puissance, intercalé entre un générateur d'ondes électromagnétiques et un guide d'ondes circulaire de sortie propageant le mode TE_{01} circulaire, comportant :

- un guide d'ondes rectangulaire fonctionnant dans son mode fondamental TE_{10} relié par l'une de ses extrémités au générateur d'ondes électromagnétiques et dont l'autre extrémité est fermée ;

- un guide d'ondes circulaire propageant le mode TM_{01} , ayant une première extrémité reliée au guide d'ondes rectangulaire par une ouverture latérale placée dans le grand côté du guide d'ondes rectangulaire près de son extrémité fermée de telle manière que les axes des deux guides d'ondes soient perpendiculaires ,

caractérisé en ce qu'il comporte en outre :

- un groupe de guides d'ondes intermédiaires, répartis en couronne devant une deuxième extrémité du guide d'ondes circulaire, chacun de ces guides d'ondes intermédiaires étant composé d'une succession de tronçons de guide d'ondes fonctionnant dans le mode TE_{10} rectangulaire, dont les grands côtés de leur section droite sont progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres, dans le même sens, de telle manière que le premier tronçon de chaque guide d'ondes intermédiaire ait au moins un de ses grands côtés coupé sensiblement perpendiculairement par un rayon du guide d'ondes circulaire et que le décalage global entre le premier tronçon et le dernier d'un même guide d'ondes intermédiaire soit de 90° .

Selon un premier mode de réalisation, chaque guide d'onde intermédiaire sera composé de trois tronçons de guide d'ondes mis bout à bout, l'angle de rotation du deuxième tronçon par rapport au premier étant de 45° et l'angle de rotation du troisième tronçon par rapport au premier étant de 90° .

Selon un autre mode de réalisation, chaque guide intermédiaire sera composé d'un guide unique torsadé de 90° en continu autour de son axe et tous les guides d'ondes intermédiaires seront torsadés avec le même pas et dans le même sens.

D'autres caractéristiques de l'invention apparai-

tront à la lecture de la description suivante illustrée par les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, une coupe longitudinale d'un transformateur de mode selon l'invention ;
- les figures 2a à 2c, des coupes transversales des divers éléments du transformateur de mode selon l'invention ;
- les figures 3a à 3f, diverses sections possibles pour les tronçons de guides d'ondes intermédiaires ;
- les figures 4a à 4d, diverses sections possibles pour les derniers tronçons de guides d'ondes intermédiaires ;
- la figure 5, un guide d'ondes intermédiaire torsadé en continu.

Sur ces figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments. Les proportions entre les différents éléments ne sont pas respectées dans un but de clarté.

La figure 1 représente en coupe le transformateur de mode selon l'invention.

Ce transformateur de mode est constitué par la juxtaposition de différents éléments.

Le premier de ces éléments est un guide d'ondes 1 de section rectangulaire fonctionnant dans son mode fondamental, c'est-à-dire le mode TE_{10} .

Le guide d'ondes 1 est excité par un générateur d'ondes électromagnétiques représenté par le bloc 12 et placé à une première extrémité 2 du guide d'ondes de section rectangulaire. L'autre extrémité 3 du guide d'ondes 1 est fermée.

Un guide d'ondes 4 de section circulaire est relié au guide d'ondes 1 de section rectangulaire par une ouverture 10 placée dans le grand côté du guide d'ondes 1 de section rectangulaire, près de son extrémité fermée. Les axes des deux guides d'ondes sont perpendiculaires.

Ce guide d'ondes 4 propage le mode TM_{01} car la répartition du champ magnétique dans le guide d'ondes rectangulaire 1 au niveau de l'ouverture 10 correspond à celle du mode TM_{01} dans le guide d'ondes 4 de section circulaire. L'ouverture 10 dans le guide d'ondes 1 rectangulaire est de grande dimension, ce qui autorise le fonctionnement aux puissances élevées.

Des éléments de correction tels que tiges seifques, plans capacitifs, iris ou tous obstacles métalliques ou diélectriques permettent d'élargir la bande de fonctionnement. Ils seront intercalés de préférence dans le guide d'ondes rectangulaire 1 mais également dans le guide d'ondes circulaire 4.

Cette structure permet de transformer le mode TE_{10} rectangulaire dans le mode TM_{01} circulaire.

Un groupe de guides d'ondes intermédiaires 15 est disposé à l'autre extrémité 9 du guide d'ondes circulaire 4. Ces guides d'ondes intermédiaires 15 sont répartis en couronne à la périphérie du guide d'ondes circulaire 4.

Dans notre exemple, il y a quatre guides d'ondes intermédiaires 15. Leur nombre peut être quelconque mais toutefois supérieur ou égal à deux. Plus ce nombre est grand, plus on pourra passer de puissance et plus le mode obtenu en sortie sera pur. Chaque guide d'ondes intermédiaire 15 est com-

posé d'une succession de n tronçons $5, 5', 5'' \dots 5^{n-1}$ de guide d'ondes, placés bout à bout le long d'un axe qui prolonge l'axe longitudinal du guide d'ondes circulaire 4. C'est le premier tronçon 5 de chaque guide d'ondes intermédiaire 15 qui est relié au guide d'ondes circulaire 4.

La section droite des tronçons de guide d'ondes $5, 5', 5'' \dots 5^{n-1}$ est rectangulaire ou de forme voisine : trapézoïdale, elliptique, avec angles arrondis...

Tous les tronçons $5, 5', 5'' \dots 5^{n-1}$ de guide d'ondes sont choisis monomodes et sont alimentés en phase. Tous les tronçons d'un même rang ont la même longueur.

Les grands côtés de leur section droite sont progressivement décalés en rotation les uns par rapport aux autres dans le même sens.

Au moins un grand côté de chaque premier tronçon est coupé sensiblement perpendiculairement par un rayon du guide d'ondes circulaire 4.

Le décalage global entre le premier tronçon 5 et le dernier tronçon 5^{n-1} du même guide d'ondes intermédiaire 15 est de 90° . Le sens de rotation est le même pour chacun des guides intermédiaires.

Sur la figure 1, on a représenté chaque guide d'ondes intermédiaire 15 composé de trois tronçons $5, 5', 5''$.

Dans un même guide d'ondes 15 intermédiaire, le deuxième tronçon $5'$ est décalé de 45° par rapport au premier tronçon 5 et le dernier tronçon $5''$ est décalé de 45° par rapport au tronçon $5'$ et de 90° par rapport au premier tronçon 5. Un guide d'ondes circulaire 8 de sortie est fixé à la suite du groupe de guides d'ondes intermédiaires 15.

La figure 2a représente, en coupe selon l'axe AA' les premiers tronçons 5 de guides d'ondes. La répartition du champ électrique est indiquée à l'intérieur de chacun d'entre eux. La répartition du champ électrique dans le guide d'ondes circulaire 4 est aussi représentée car la coupe est faite vers le guide d'ondes circulaire 4.

Dans chacun de ces tronçons 5 se propagera le mode TE_{10} rectangulaire. En effet, la répartition du champ électrique dans le guide d'ondes circulaire 4, à l'ouverture 9 est suivant les rayons de sa section droite. Dans les premiers tronçons 5 de guide d'ondes, cette répartition correspondra à celle du mode TE_{10} rectangulaire.

Afin d'obtenir un fonctionnement optimum, il faudra réaliser un compromis entre, d'une part les dimensions des premiers tronçons 5 de guide d'ondes et celles du guide d'ondes circulaire 4 et d'autre part entre la distance entre chaque axe des premiers tronçons 5 de guide d'ondes et l'axe du guide circulaire 4.

Le diamètre du guide d'ondes circulaire 4 à la jonction avec les premiers tronçons 5 composant les guides intermédiaires 15 peut être différent du diamètre optimal du guide d'ondes circulaire 4 utilisé pour la transition précédente, c'est-à-dire pour la transformation du mode TE_{10} rectangulaire en mode TM_{01} circulaire.

Dans ce cas une transition de diamètre doit être incorporée entre le guide d'ondes circulaire 4 et les premiers tronçons 5 composant les guides d'ondes intermédiaires 15. Il est possible que cette transition

se fasse par saut unique comme représenté en 6 sur la figure 1. Cette transition peut se faire aussi par sauts successifs ou progressivement. Dans ce dernier cas on introduira un raccord progressif.

La figure 2b représente une coupe le long de l'axe BB' des deuxièmes tronçons 5' de guide d'ondes intermédiaire 15. La coupe est faite vers le guide d'ondes circulaire 4.

Ces tronçons 5' ont leurs grands côtés décalés de 45° par rapport aux grands côtés des tronçons 5. Ils sont tous décalés dans le même sens.

La répartition du champ électrique est également représentée. Il se propage aussi le mode TE₁₀ rectangulaire à l'intérieur de ces deuxièmes tronçons 5' de guide d'ondes.

La figure 2c représente une coupe le long de l'axe CC' des derniers tronçons 5'' de guide d'ondes composant les guides d'ondes intermédiaires 15.

Ces tronçons 5'' de guide d'ondes sont décalés de 45° par rapport aux tronçons 5' représentés sur la figure 2b et décalés de 90° par rapport aux premiers tronçons 5 représentés sur les figures 2a et 2b.

La distribution des champs électriques est indiquée à l'intérieur de chaque tronçon 5'' de guide d'ondes. Le guide d'ondes 8 de section circulaire de sortie est fixé à la suite des derniers tronçons 5'' de guide d'ondes composant les guides d'ondes intermédiaires 15.

Comme précédemment, ce sont les derniers tronçons 5'' de guide d'ondes composant les guides d'ondes intermédiaires 15 qui sont répartis en couronne à la périphérie de l'entrée 11 du guide d'ondes circulaire 8 de sortie. Mais cette fois, les grands côtés des tronçons 5'' de guide d'ondes sont parallèles aux rayons du guide d'ondes circulaire 8.

Sur la figure 2c, le guide d'ondes circulaire 8 de sortie est représenté car la coupe est faite vers la sortie.

A la jonction avec le guide d'ondes circulaire 8 de sortie, le champ électrique dans chaque tronçon 5'' de guide d'ondes étant perpendiculaire aux rayons du guide d'ondes circulaire 8 de sortie, c'est le mode TE₀₁ circulaire qui se propagera.

Afin d'obtenir un fonctionnement optimum, il faudra réaliser un compromis entre d'une part, les dimensions des derniers tronçons 5'' de guide d'ondes et celles du guide d'ondes circulaire 8 de sortie et d'autre part entre la distance entre chaque axe des derniers tronçons 5'' de guide d'ondes et l'axe du guide circulaire 8 de sortie.

Les figures 3a à 3f représentent diverses sections droites possibles, autres que rectangulaires, pour les tronçons 5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹ de guide d'ondes composant les guides intermédiaires.

La figure 3a représente une section en secteur de couronne.

La figure 3b représente une section trapézoïdale.

La figure 3c représente une section trapézoïdale à coins arrondis.

La figure 3d représente une section elliptique.

La figure 3e représente une section rectangulaire à quatre côtés bombés.

La figure 3f représente une section trapézoïdale à quatre côtés bombés.

D'autres formes peuvent être utilisées.

Les formes représentées sur ces figures sont particulièrement adaptées à la réalisation des premiers tronçons 5 de guide d'ondes.

Les sections représentées sur les figures 3a à 3c et 3f permettent de placer un maximum de tronçons 5 de guide d'ondes à la périphérie du guide d'ondes circulaire 4 car elles sont légèrement trapézoïdales.

Les sections représentées sur les figures 3d à 3f autoriseront le passage d'une puissance plus importante à cause de leurs côtés bombés.

Les figures 4a à 4d représentent diverses formes possibles autres que rectangulaires particulièrement adaptées aux sections droites des derniers tronçons 5ⁿ⁻¹ de guide d'ondes. Dans ce cas, les grands côtés de ces tronçons de guide d'ondes sont parallèles aux rayons du guide d'ondes circulaire 8 de sortie.

Ces sections sont trapézoïdales (figure 4a), trapézoïdales à coins arrondis (figure 4b), trapézoïdales avec quatre côtés bombés (figure 4c) elliptiques (figure 4d). D'autres formes peuvent être utilisées.

Les différents tronçons 5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹ de guide d'ondes qui composent un même guide d'ondes intermédiaire 15 n'auront pas forcément la même section droite.

En effet, afin d'améliorer l'adaptation entre les guides d'ondes intermédiaires 15 et le guide d'ondes circulaire 8 de sortie, on peut être amené à apporter des corrections en modifiant la section droite des derniers tronçons 5ⁿ⁻¹ de guide d'ondes.

Les éléments portant le repère 7 sur la figure 1 sont des brides de fixation qui permettent de raccorder un guide d'ondes à un autre.

Selon une variante, chaque guide d'ondes intermédiaire 15 sera composé d'un seul guide d'ondes torsadé de 90° autour de son axe. La torsade sera continue.

Tous les guides d'ondes intermédiaires 15 seront torsadés dans le même sens avec le même pas.

La figure 5 représente un guide d'ondes intermédiaire 15 torsadé de 90° de façon continue.

Un transformateur de mode selon l'invention fonctionnant dans la bande de fréquence 3,6 GHz à 3,8 GHz dont les performances sont les suivantes :

- Rapport d'ondes stationnaires maximal : 1,05

- Pureté du mode transformé 98%

donne des résultats très satisfaisants.

Il est constitué des éléments suivants :

- un guide d'ondes rectangulaire TE₁₀ dont les cotes internes sont : 72,14 mm par 34,04 mm ;

- un guide d'ondes circulaire TM₀₁ dont le diamètre intérieur est de 69 mm ;

- un raccord de transition dont le diamètre intérieur est de 85 mm ;

- quatre guides d'ondes intermédiaires composés chacun de trois tronçons de guide d'ondes rectangulaires identiques fonctionnant dans le mode TE₁₀ rectangulaire. Leurs côtes internes sont de 47,55 mm par 22,15 mm.

La sortie du transformateur de mode se fait par un

guide d'ondes circulaire fonctionnant dans le mode TE_{01} dont le diamètre intérieur est de 120 mm.

Revendications

1. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence travaillant à grande puissance, intercalé entre un générateur d'ondes électromagnétiques (12) et un guide d'ondes circulaire (8) de sortie propageant le mode TE_{01} circulaire, comportant :
 - un guide d'ondes rectangulaire (1) fonctionnant dans son mode fondamental TE_{10} relié par l'une de ses extrémités (2) au générateur d'ondes électromagnétiques (12) et dont l'autre extrémité (3) est fermée ;
 - un guide d'ondes circulaire (4) propageant le mode TM_{01} , ayant une première extrémité reliée au guide d'ondes rectangulaire (1) par une ouverture latérale (10) placée dans le grand côté du guide d'ondes rectangulaire (1), près de son extrémité (3) fermée de telle manière que les axes des deux guides d'ondes (1, 4) soient perpendiculaires,
 caractérisé en ce qu'il comporte en outre :
 - un groupe de guides d'ondes intermédiaires (15) répartis en couronne devant une deuxième extrémité (9) du guide d'ondes circulaire (4), chacun de ces guides d'ondes intermédiaires (15) étant composé d'une succession de n tronçons (5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹) de guide d'ondes fonctionnant dans le mode TE_{10} rectangulaire, dont les grands côtés de leur section droite sont progressivement décalés en rotation, les uns par rapport aux autres, dans le même sens, de telle manière que le premier tronçon (5) de chaque guide d'ondes intermédiaire (15) ait au moins un de ses grands côtés coupé sensiblement perpendiculairement par un rayon du guide d'ondes circulaire (4) et que le décalage global entre le premier tronçon (5) et le dernier tronçon (5ⁿ⁻¹) d'un même guide d'ondes intermédiaire (15) soit de 90°.
2. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque guide d'ondes intermédiaires (15) est composé de trois tronçons (5, 5', 5'') de guide d'ondes mis bout à bout, l'angle de rotation du deuxième tronçon (5') par rapport au premier tronçon (5) étant de 45° et l'angle de rotation du dernier tronçon (5'') par rapport au second tronçon (5') étant également de 45°.
3. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque guide d'ondes intermédiaires (15) est composé d'un guide unique, fonctionnant dans le mode TE_{10} rectangulaire, torsadé de 90° en continu autour de son axe.
4. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacun

des guides intermédiaires 15 est torsadé, dans le même sens, avec le même pas.

5. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la section droite des tronçons (5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹) de guide d'ondes est rectangulaire ou de forme voisine.

6. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce que la section droite des guides d'ondes intermédiaires torsadés (15) est rectangulaire ou de forme voisine.

7. Transformateur de mode pour circuit de transmission d'énergie hyperfréquence selon l'une des revendications 1 ou 2 ou 5, caractérisé en ce que la forme de la section droite des tronçons (5, 5', 5'', ..., 5ⁿ⁻¹) de guide d'ondes composant un même guide d'ondes intermédiaire (15) est différente.

FIG.1

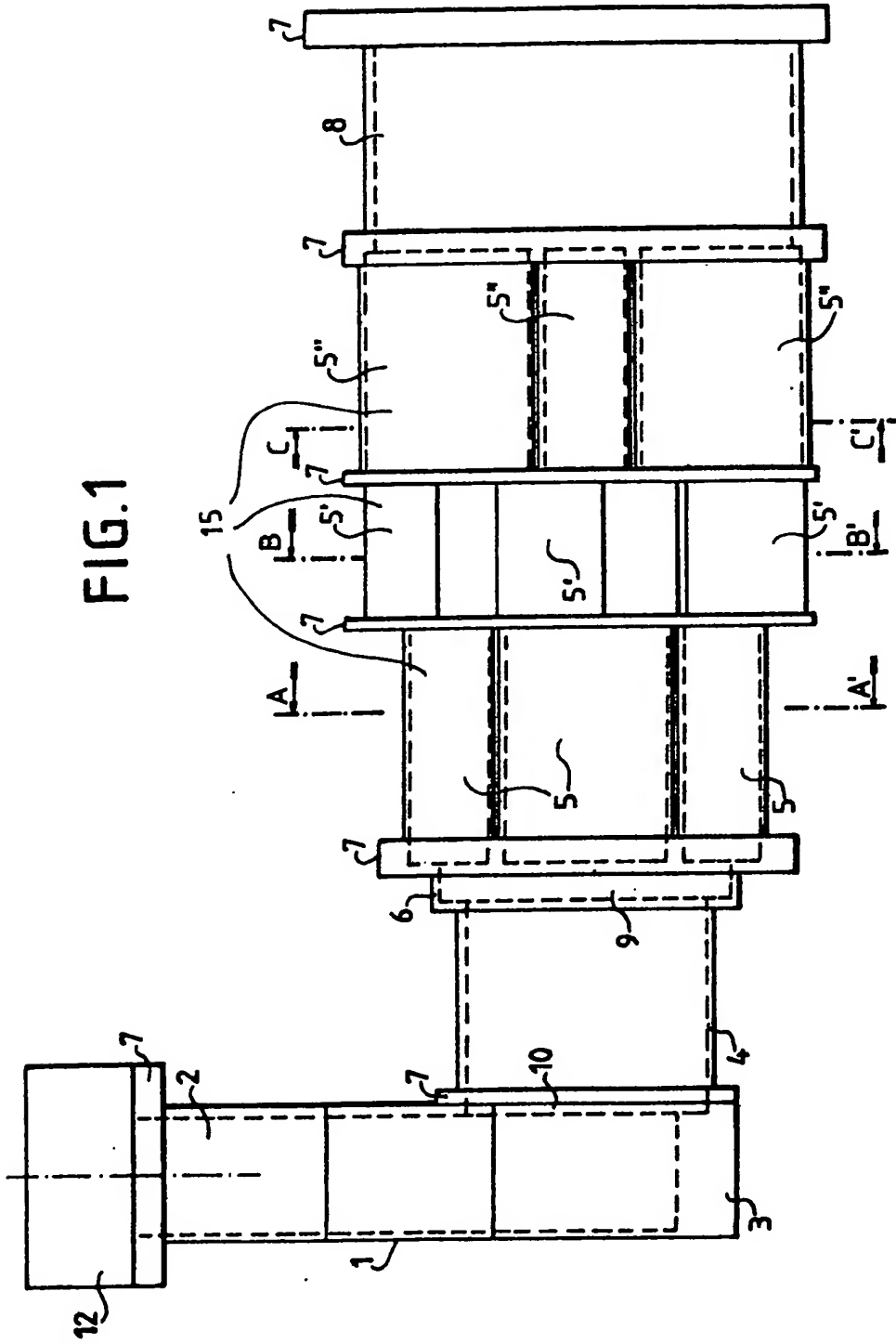


FIG.2a
coupe A-A'

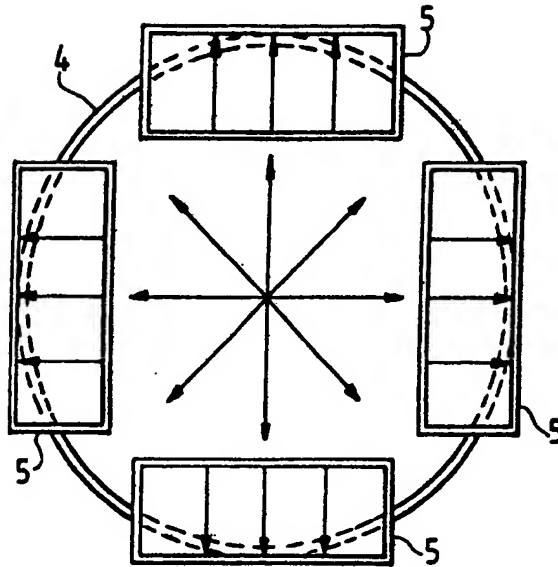
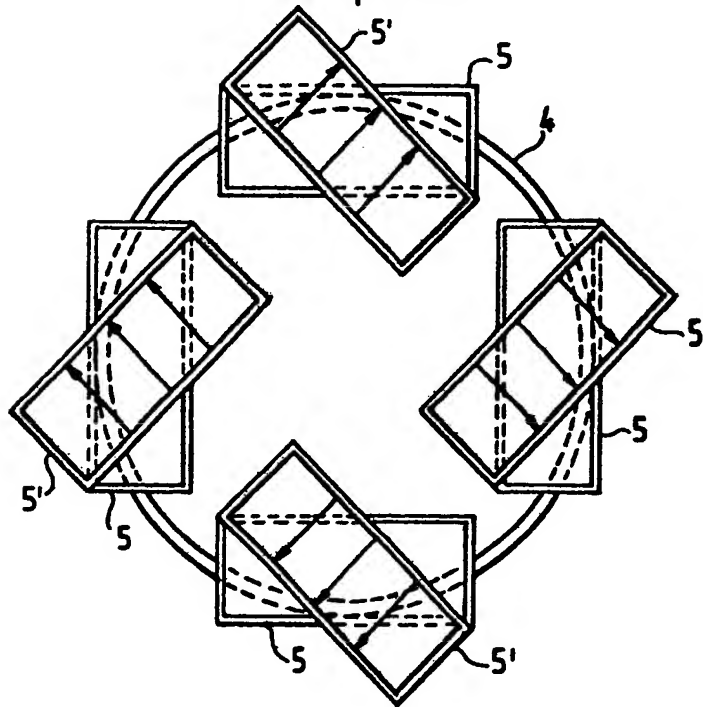


FIG.2b
coupe B-B'



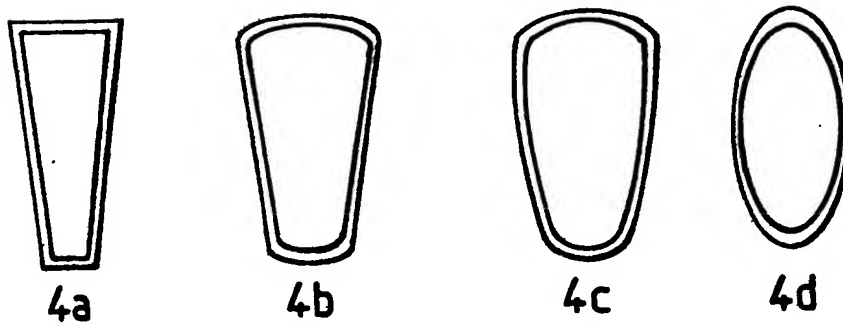
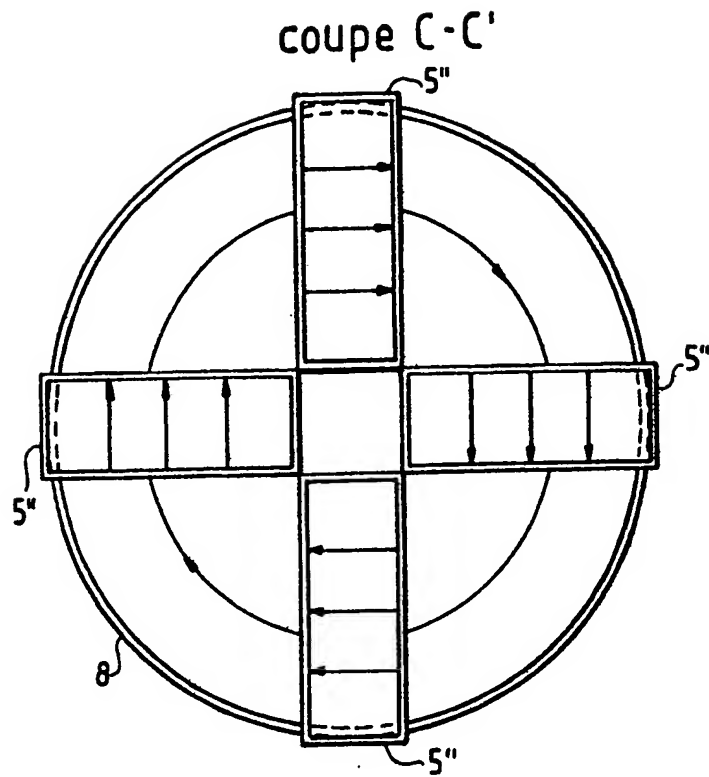
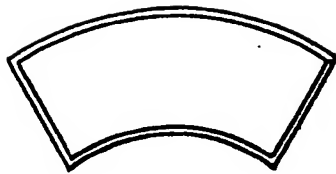


FIG. 4

FIG.3



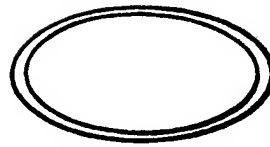
3a



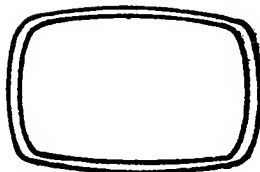
3b



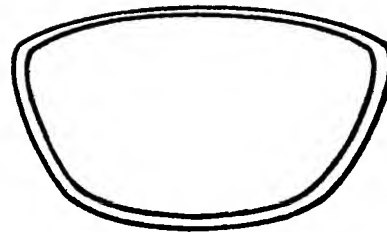
3c



3d

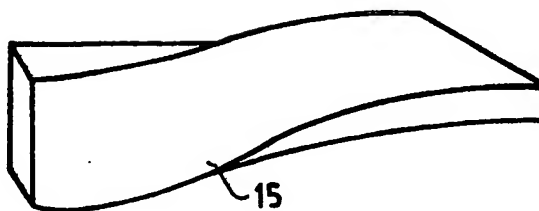


3e



3f

FIG.5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 0370

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	FR-A-1 314 408 (C.F.T.H.) * En entier * ---	1,5	H 01 P 1/16 H 01 J 25/02
A	US-A-3 665 481 (G.M. LEW et al.) * Colonne 1, lignes 57-63; colonne 2, lignes 40-47, 58-63; colonne 3, lignes 28-43; figures 1, 2 * ---	1,5	
A	US-A-3 435 380 (G.M. BILLON et al.) * Colonne 8, lignes 10-25; figure 11 * ---	1,3-6	
A	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRONICS, vol. 57, no. 6, décembre 1984, pages 1219-1224, Londres, GB; G. JANZEN: "Mode converters from TEO _m to TEm ₀ for high-power applications in the frequency range 1 to 30 GHz" * En entier * ---	1,3-7	
A	US-A-2 825 031 (F.E. PARISI) * En entier * ---	1,3-6	
A	US-A-3 633 130 (J.S. AJIOKA) * En entier * ---	1,2,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) H 01 J H 01 P
A	US-A-2 455 158 (W.E. BRADLEY) * En entier * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24-05-1989	Examinateur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**